

**Air-conditioning system for an automotive vehicle, has a control unit which ensures the minimum overall electrical energy consumption**

**Patent number:** DE10130181  
**Publication date:** 2002-02-07  
**Inventor:** INOUE ATSUO (JP); TSUBOI MASATO (JP)  
**Applicant:** SANDEN CORP (JP)  
**Classification:**  
 - international: B60H1/32  
 - european: B60H1/00Y5F; B60H1/00Y5P; B60H1/00Y6A1  
**Application number:** DE20011030181 20010622  
**Priority number(s):** JP20000216068 20000717

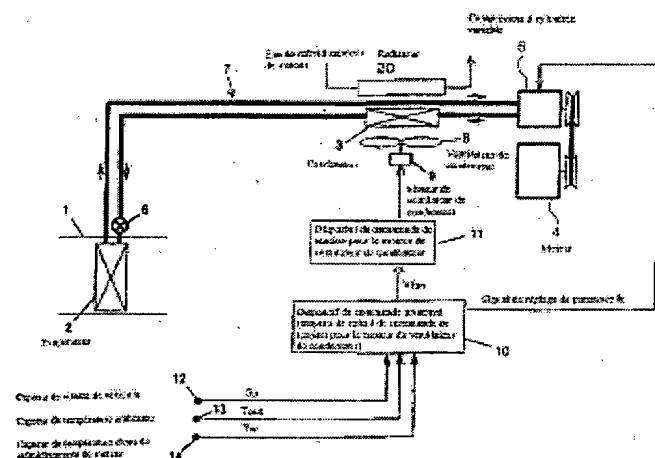
**Also published as:**

JP2002029253 (A)  
 FR2811617 (A1)

Abstract not available for DE10130181

Abstract of correspondent: **FR2811617**

The condenser fan speed regulating device (10) regulates the speed to a continually varying intermediate value, in order to always minimise the total electrical consumption (W) of the air-conditioner. To this end, the correlation data between the total consumption, the control voltage of the condenser fan motor (V<sub>fan</sub>) and the different relative parameters of the air-conditioner are previously determined in a laboratory. These data allows obtaining of a statistical regression formula between the voltage (V<sub>fan</sub>) and the different parameters, which minimises the total consumption (W). The air-conditioner has a main control unit (10) and a refrigerating circuit (7) having a variable cylinder compressor (5), a condenser (3), a pressure relief valve (6) and an evaporator (2). The condenser is cooled by the condenser fan (8).





(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 101 30 181 A 1

(5) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
B 60 H 1/32

- (30) Unionspriorität:  
P2000-216068 17.07.2000 JP
- (71) Anmelder:  
Sanden Corp., Isesaki, Gunma, JP
- (74) Vertreter:  
Prüfer und Kollegen, 81545 München

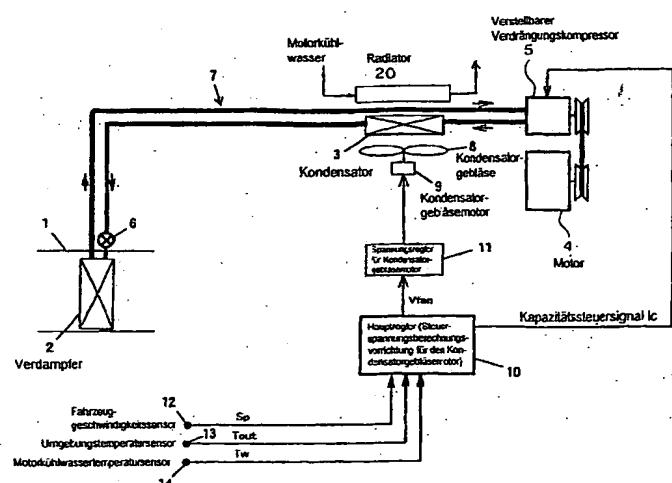
- (72) Erfinder:  
Tsuboi, Masato, Isesaki, Gunma, JP; Inoue, Atsuo, Isesaki, Gunma, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(56) Fahrzeugklimaanlage

(57) Die Fahrzeugklimaanlage hat einen Hauptregler (10) und einen Kühlkreislauf, der einen verstellbaren Verdrängungskompressor (5), einen Kondensator (3), ein Ausdehnungsventil (6) und einen Verdampfer (2) aufweist. Vor dem Kondensator (3) ist ein Kondensatorgebläse (8) zur Abkühlung des Kondensators angeordnet. Der Hauptregler (10) steuert die Drehzahl des Kondensatorgebläses mit einem sich kontinuierlich verändernden Zwischenwert, um den Gesamtleistungsverbrauch der gesamten Klimaanlage immer zu minimieren. Um diese Funktion zu verwirklichen, werden Korrelationsdaten zwischen dem Gesamtleistungsverbrauch, der Kondensatorgebläsemotorsteuerspannung und verschiedener Parameter hinsichtlich der Klimaanlage im voraus im Labor gesammelt. Aus den Daten kann man eine statistische Regressionsrelation zwischen der Kondensatorgebläsemotorsteuerspannung und den verschiedenen Parametern erhalten, die den Gesamtleistungsverbrauch minimiert. Der Hauptregler (10), der mit dieser statistischen Regressionsrelation ausgestattet ist, kann den Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage immer minimieren, indem die Kondensatorgebläsemotorsteuerspannung aus den verschiedenen Parametern unter Verwendung der Regressionsrelation berechnet wird.



DE 101 30 181 A 1

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Fahrzeugklimaanlage, deren Gesamtleistungsverbrauch reduziert werden kann. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf Fahrzeugklimaanlagen, deren Gesamtleistungsverbrauch annähernd minimal gehalten werden kann, indem der Kondensatorgebläsemotor entsprechend sich veränderter Bedingungen gesteuert wird.

[0002] Eine typische herkömmliche bekannte Fahrzeugklimaanlage ist in Fig. 1 gezeigt. Der Kühlkreislauf 107 weist einen Kompressor 105, einen Kondensator 103, ein Ausdehnungsventil 106 und einen Verdampfer 102 auf. Der Kompressor 105 wird durch den Fahrzeugmotor 104 angetrieben. Das Schalten der Übertragung der Antriebskraft von dem Motor 104 auf den Kompressor 105 wird durch ein Kupplungssteuersignal CLT gesteuert. Der Kondensatorgebläsmotor 109 kühlt den wärmeabgebenden Kondensator 103 durch Drehen des Kondensatorgebläses 108. Üblicherweise ist ein Radiator 20, in dem Motorkühlwasser zirkuliert, stromabwärts von dem Kondensator 103 in einer Windrichtung angeordnet, so daß sowohl der Kondensator 103 als auch der Radiator 20 gemeinsam durch den Wind, der durch das Kondensatorgebläse 108 hervorgerufen wird, abgekühlt werden kann. Der Verdampfer 102, der in einem Luftkanal 101 angeordnet ist, kühlt die hindurchströmende Luft ab. Eine Steuerung 110 steuert den Kondensatorgebläsemotor 109 und die Kupplung des Kompressors 105. In die Steuerung 110 werden ein Signal SP von einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 113 und ein Signal Tw von einem Motorkühlwassertemperatursensor 114 eingegeben. In Abhängigkeit von der Anforderung der Passagiere hinsichtlich der Klimatisierung erteilt die Steuerung 110 das Kupplungssteuersignal CLT an die Kupplung des Kompressors 105. Basierend auf dem Fahrzeuggeschwindigkeitssignal Sp, dem Motorkühlwassertemperatursignal Tw und diesem Kupplungssteuersignal CLT gibt die Steuerung 110 ferner ein Kondensatorgebläsemotorsteuersignal F an die Kondensatormotor-EIN/AUS-Steuervorrichtung 112 ab.

[0003] Fig. 2 ist ein Ablaufdiagramm der Steuerung des Kondensatorgebläsemotors 109. Bei dieser herkömmlichen Klimaanlage schalten, wie der Name sagt, die Kondensatormotor-EIN/AUS-Steuervorrichtung 112 den Kondensatorgebläsemotor 109 entweder ein oder aus. Das heißt, der Kondensatorgebläsemotor 109 befindet sich entweder in einem Stopp-Zustand oder in einem vollen Drehzustand. Mit anderen Worten, die Kondensatormotor-EIN/AUS-Steuervorrichtung steuert nicht den Kondensatorgebläsemotor 109 mit irgendeiner dazwischenliegenden Spannung und mit irgendeiner dazwischenliegenden Drehzahl. Üblicherweise wird das EIN/AUS-Schalten des Kondensatorgebläsemotors 109 mit dem Kupplungssteuersignal CLT synchronisiert. Unter erneuter Bezugnahme auf Fig. 1 ist dann, wenn das Kupplungssteuersignal CLT EIN ist, das Kondensatorgebläsemotorsignal F EIN, was den Kondensatorgebläsemotor 109 dazu bringt, mit voller Drehzahl zu rotieren. Dies ist vernünftig, da dann, wenn das Kupplungssteuersignal CLT EIN ist, der Kompressor angetrieben wird und der Kühlkreislauf zirkuliert. Anschließend gibt der Kondensator 103 Wärme ab. Deshalb muß der Kondensatorgebläsemotor angetrieben werden, um den Kondensator 103 abzukühlen. Im Gegensatz dazu ist dann, wenn das Kupplungssteuersignal CLT AUS ist, das Kondensatorgebläsemotorsignal F auch AUS, was den Kondensatorgebläsemotor dazu bringt, zu stoppen. Dies ist vernünftig, da dann, wenn das Kupplungssteuersignal CLT AUS ist, der Kompressor nicht angetrieben wird und der Kühlkreislauf nicht arbeitet. Dann gibt der Kondensator 103 keine Wärme ab. Deshalb muß der Kon-

densatorgebläsemotor den Kondensator 103 nicht abkühlen. Durch diese Logik wird der Kondensatorgebläsemotor 109 in einer herkömmlichen Klimaanlage gesteuert.

[0004] Der maximale gesamte Leistungsverbrauch dieser herkömmlichen Fahrzeugklimaanlage beträgt ungefähr 2 kW, während der Leistungsverbrauch des Kondensatorgebläsemotors ungefähr 100 W braucht.

[0005] Die Klimaanlage, deren Kondensatorgebläsemotor durch die oben erläuterte Logik gesteuert wird, hat jedoch mehrere Mängel.

[0006] Zunächst berücksichtigt diese herkömmliche Klimaanlage beim Steuern des Kondensatorgebläsemotors nicht die Umgebungslufttemperatur, wenn sie den Kondensatorgebläsemotor steuert. Wenn die Umgebungslufttemperatur beispielsweise vergleichsweise niedrig ist und das Fahrzeug mit einer ausreichend hohen Geschwindigkeit fährt, dann kann der natürliche Wind, der durch die Fahrt des Fahrzeugs erzeugt wird, selbst den Kondensator 103 ausreichend kühlen. Wird jedoch zu irgendeiner Zeit die herkömmliche Klimaanlage eingeschaltet, wird auch der Kondensatorgebläsemotor 109 eingeschaltet, ohne Berücksichtigung der Umgebungstemperatur. Folglich verbraucht die herkömmliche Klimaanlage in einem solchen Zustand unnötigerweise verschwenderisch Leistung für den Kondensatorgebläsemotor 109.

[0007] Zweitens kann die herkömmliche Klimaanlage den Kondensatorgebläsemotor 109 nicht mit einer Zwischen-drehzahl rotieren lassen. Wenn beispielsweise die Umgebungstemperatur vergleichsweise niedrig ist und das Fahrzeug mit einer ziemlich niedrigen Geschwindigkeit fährt, kann der Gebläsemotor den Kondensator kühlen, wenn er sich mit einer moderaten Drehzahl dreht, nicht mit der vollen Drehzahl. Wird jedoch zu irgendeiner Zeit die herkömmliche Klimaanlage eingeschaltet, wird auch der Kondensatorgebläsemotor 109 eingeschaltet, um mit voller Drehzahl

zu rotieren, ohne Berücksichtigung der Fahrzeuggeschwindigkeit. Folglich verbraucht die herkömmliche Klimaanlage in einem solchen Zustand unnötigerweise verschwenderisch Leistung für den Kondensatorgebläsemotor. Darüber hinaus besteht eine Möglichkeit, den gesamten Leistungsverbrauch der gesamten Klimaanlage zu minimieren, wenn man die Kondensatorgebläsemotordrehzahl geeignet steuert und kontinuierlich verändert. Diese herkömmliche Klimaanlage berücksichtigt diese Möglichkeit nicht.

[0008] Drittens wird die Külfunktion des Kühlkreislaufs 107 oft instabil, da die herkömmliche Klimaanlage den Kondensatorgebläsemotor 109 nur in einer Ein/Aus-Art steuert. Dies bewirkt eine Temperaturschwankung der von dem Luftkanal 101 ausgeblasenen Luft. Tatsächlich erreicht die Veränderung der Temperaturoszillation der Luft mehrere Grad und dauert ungefähr mehrere Sekunden. Diese Temperaturschwankung ist von den Fahrzeuginsassen wahrnehmbar, so daß sie den Fahrgästen ein unkomfortables Gefühl geben.

[0009] Des weiteren wird ein lautes mechanisches Geräusch hervorgerufen, da der Kondensatorgebläsemotor mit voller Drehzahl rotiert, wenn das Kondensatorgebläsemotorsteuersignal F eingeschaltet wird. Außerdem beeinflußt die volle Drehung des Kondensatorgebläsemotors dessen Zuverlässigkeit und Lebensdauer.

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Zeit vorzusehen, während der der Kondensatorgebläsemotor so angetrieben wird, daß er mit einer Zwischendrehzahl rotiert.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von einem der Ansprüche 1 bis 4 gelöst. Weitere vorteilhafte Merkmale sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0012] Die Klimaanlage gemäß einem Aspekt der vorlie-

genden Erfindung berechnet die Zwischendrehzahl des Kondensatorgebläsemotors so, daß der Gesamtleistungsverbrauch der gesamten Klimaanlage minimiert wird. Die Funktionsgestaltung oder die Koeffizienten der Gleichung, die für diese Berechnung verwendet werden, werden in einem Labor vorher bestimmt. Tatsächlich ist es möglich, eine statistische Korrelation zwischen dem Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage und verschiedenen Parametern hinsichtlich der Klimaanlage zu finden. Eine Prüfung dieser statistischen Korrelationsdaten legt nahe, daß eine Zwischendrehzahl des Kondensatorgebläsemotors existiert, bei der der Gesamtleistungsverbrauch der gesamten Klimaanlage minimal wird. Auf diese Weise kann eine Art Regressionsrelation zwischen der Zwischendrehzahl des Kondensatorgebläsemotors mit anderen verschiedenen Parametern hinsichtlich der Klimaanlage vorher in einem Labor gefunden werden. Unter Verwendung dieser Regressionsrelation wird es möglich, die Zwischendrehzahl des Kondensatorgebläsemotors zu berechnen, die den Gesamtleistungsverbrauch der gesamten Klimaanlage minimiert. Auf diesem Weg wird es möglich, den Gesamtleistungsverbrauch der gesamten Klimaanlage geeignet einzusparen.

[0013] Andere Ziele, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen verständlich.

[0014] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung, die den Aufbau einer herkömmlichen Fahrzeugklimaanlage zeigt.

[0015] Fig. 2 ist ein Steuerablaufdiagramm der Vorrichtung, die in Fig. 1 gezeigt ist.

[0016] Fig. 3 ist eine schematische Darstellung, die den Aufbau einer Fahrzeugklimaanlage gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0017] Fig. 4 ist ein Steuerablaufdiagramm der Vorrichtung, die in Fig. 3 gezeigt ist.

[0018] Fig. 5 ist ein Ablaufdiagramm, das erläutert, wie der Kandidatenwert V1 abgeleitet wird.

[0019] Fig. 6 ist eine schematische Darstellung, die den Aufbau der Fahrzeugklimaanlage gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0020] Fig. 7 ist ein Steuerablaufdiagramm der Vorrichtung, die in Fig. 6 gezeigt ist.

[0021] Fig. 8 ist eine Abwandlung des Steuerablaufdiagramms der Vorrichtung, die in Fig. 6 gezeigt ist.

[0022] Fig. 9 ist Tabelle 1, die eine Auswahltafel der Steuerspannung Vfan für den Kondensatorgebläsemotor der Vorrichtung ist, die in den Fig. 3 und 6 gezeigt ist.

[0023] In Fig. 3 ist eine Fahrzeugklimaanlage gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gezeigt. Der Kühlkreislauf 7 der Klimaanlage weist einen verstellbaren Verdrängungskompressor 5, einen Kondensator 3, ein Ausdehnungsventil 6 und einen Verdampfer 2 auf. Der verstellbare Verdrängungskompressor 5 wird durch den Motor 4 des Fahrzeugs angetrieben. Die Kapazität des verstellbaren Verdrängungskompressors 5 wird durch das Kapazitätssteuersignal Ic gesteuert. Der Kondensatorgebläsemotor 9 kühlt die Wärme, die von dem Kondensator 3 abgegeben wird, durch Rotieren des Kondensatorgebläses 8 ab.

[0024] Üblicherweise ist ein Radiator 20, in dem ein Motorkühlwasser zirkuliert, stromabwärts von dem Kondensator 3 in einer Windrichtung angeordnet, so daß sowohl der Kondensator 3 als auch der Radiator 20 gemeinsam durch den von dem Kondensatorgebläse 8 erzeugten Wind abgekühlt werden können. Der Verdampfer 2, der in einem Luftkanal 1 angeordnet ist, kühlt die hindurchströmende Luft. Eine Hauptsteuerung 10 steuert die Drehzahl des Kondensatorgebläsemotors 9 und die Kapazität des verstellbaren Verdrängungskompressors 5. In die Hauptsteuerung 10 werden

ein Signal Sp von einem Fahrzeugdrehzahlsensor 12, ein Signal Tout von einem Umgebungstemperatursensor 13 und ein Signal Tw von einem Motorkühlwassertemperatursensor 14 eingegeben. Auf der Basis verschiedener Parameter einschließlich der obigen drei Signale gibt die Hauptsteuerung 10 ein Kapazitätssteuersignal Ic an den verstellbaren Verdrängungskompressor 5 und ein Kondensatorgebläsemotorsteuersignal Vfan an die Spannungssteuervorrichtung 11 für den Kondensatorgebläsemotor 9 ab. Die Hauptsteuerung 10 bestimmt das Kondensatorgebläsemotorsteuersignal Vfan unter Bezugnahme auf das Kapazitätssteuersignal Ic, das durch die Hauptsteuerung 10 selbst berechnet wurde, der Fahrzeurdrehzahl Sp und der Motorkühlwassertemperatur Tw. Die Kondensatorgebläsemotorsteuerungsspannung Vfan wird unter V0, V1 und V2 in Abhängigkeit von Tabelle 1 ausgewählt. Zwei Kandidatenwerte V0 und V2 sind Konstanten, V0 entspricht einem Stopp-Zustand des Kondensatorgebläsemotors 9, wobei V2 dem vollen Drehzahlzustand des Kondensatorgebläsemotors 9 entspricht. Der Kandidatenwert V1 ist der sich kontinuierlich verändernde Zwischenwert und sorgt für den Hauptvorteil der vorliegenden Erfindung. Die Tabelle 1 ist eine ziemlich allgemeine Beschreibung, die vom Fahrzeug für die Funktion des Kondensatorgebläsemotors 9 der Klimaanlage benötigt wird.

[0025] Unter Bezugnahme auf die Tabelle 1 bezeichnet

die rechte Seite der Tabelle den Auswahlweg für Vfan bei schnellerer Fahrzeuggeschwindigkeit und die linke Seite der Tabelle zeigt den Auswahlweg für Vfan bei niedrigerer Fahrzeuggeschwindigkeit. B1 und B2 in der Tabelle sind

Konstanten. Beispielsweise beträgt B1 = 10 km/h und B2 = 80 km/h.

[0026] Unter Bezugnahme auf die Tabelle 1 bezeichnet die obere Seite der Tabelle den Auswahlweg für Vfan bei einer kühleren Motorkühlwassertemperatur und die untere Seite der Tabelle bezeichnet den Auswahlweg für Vfan bei einer heißeren Motorkühlwassertemperatur. C1 und C2 sind in der Tabelle Konstanten. Beispielsweise beträgt C1 = 95 Grad Celsius und C2 = 110 Grad Celsius..

[0027] Des Weiteren ist A1 in der Tabelle auch eine Konstante. Ein Zustand, in dem  $Ic < A1$  vorliegt, legt einen Zustand nahe, bei dem die Kapazität des verstellbaren Verdrängungskompressors klein ist, das heißt, einen Zustand, bei dem im wesentlichen der Kühlkreislauf 7 nicht arbeitet. Im Gegensatz dazu legt ein Zustand, in dem  $A1 \leq Ic$  darstellt, einen Zustand nahe, bei dem die Kapazität des verstellbaren Verdrängungskompressors groß ist, das heißt, einen Zustand, in dem der Kühlkreislauf 7 im wesentlichen betrieben wird. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit niedrig ist ( $Sp < B1$ ) und die Motorkühlwassertemperatur hoch ist ( $C1 \leq Tw \leq C2$  oder  $C2 \leq Tw$ ), muß der Radiator 20 gekühlt werden, so daß der Kondensatorgebläsemotor 9 vollständig angetrieben wird ( $Vfan = V2$ ). Hier steigt die Motorkühlwassertemperatur relativ selten hoch ( $C2 \leq Tw$ ).

[0028] Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit klein ist ( $Sp \leq B1$ ) und die Motorkühlwassertemperatur niedrig ist ( $Tw < C1$ ), muß der Radiator 20 nicht gekühlt werden, so daß der Kondensatorgebläsemotor 9 entweder gestoppt wird ( $Vfan = V0$ ) oder mit einer Zwischendrehzahl ( $Vfan = V1$ ) angetrieben wird. V1 wird ausgewählt für Vfan ( $Vfan = V1$ ), wenn der Kühlkreislauf 7 im wesentlichen arbeitet ( $A1 \leq Ic$ ).

[0029] Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit ein Zwischenwert ist ( $B1 \leq Sp < B2$ ), wird V0 oder V1 ausgewählt, bis die Motorkühlwassertemperatur C2 erreicht. Dies ist aufgrund der Überlegung, daß der natürliche Wind, der durch die Fahrt des Fahrzeugs selbst erzeugt wird, dem Wind hinzugefügt wird, den das Kondensatorgebläse erzeugt.

[0030] Wenn das Fahrzeug mit einer hohen Geschwindig-

keit ( $B2 \leq Sp$ ) fährt, bleibt  $V_{fan}$  nur  $V_0$  ( $V_{fan} = V_0$ ), bis die Motorkühlwassertemperatur  $C_2$  erreicht. Innerhalb dieses Zustandes kann der Kondensator **3** und der Radiator **20** ausreichend gekühlt werden, sogar wenn der Kondensatorgebläsemotor nicht betrieben wird, da der natürliche Wind, der durch das Fahren des Fahrzeugs erzeugt wurde, eine ausreichende Stärke hat.

[0031] Ein Steuerablaufdiagramm ist in Fig. 4 für eine Klimaanlage gezeigt, die in Fig. 3 gezeigt ist. In einem Kasten, der in der Mitte der Tabelle gezeigt ist, wird der Kandidatenwert  $V_1$ , der einen Zwischenwert hat, als Funktion der Umgebungstemperatur  $T_{out}$  und der Fahrzeuggeschwindigkeit  $Sp$  berechnet.

[0032] Wie früher erwähnt, nimmt der Kandidatenwert  $V_1$  eine kontinuierliche Veränderung von Zwischenwerten ein, die den Hauptvorteil der vorliegenden Erfindung erreichen. Die Funktion  $f$ , die in Fig. 4 gezeigt ist, die die Berechnung des Kandidatenwertes  $V_1$  für das Kondensatorgebläsemotorsteuersignal, das den Gesamtleistungsverbrauch der gesamten Klimaanlage ermöglicht, kann wie folgt erhalten werden.

[0033] Auf der linken Seite in Fig. 5 sind verschiedene Parameter aufgelistet, die den Gesamtleistungsverbrauch der gesamten Klimaanlage direkt beeinflussen. Die Verdampferauslaßlufttemperatur  $T_{eout}$  (deren Erfassung einen Temperatursensor erfordert, der stromabwärts des Verdampfers angeordnet ist), die Umgebungstemperatur  $T_{out}$ , die Raumtemperatur  $T_{in}$  (d. h., die Lufttemperatur im Fahrzeuginnenraum), der Einstiegstürdämpferzustand  $INT$  (der später beschrieben wird), die Gebläsespannung  $BLV$  (die ebenfalls später beschrieben wird), das Kapazitätssteuersignal  $I_c$  und der Ausstoßdruck  $P_d$  des verstellbaren Verdrängungskompressors (dessen Erfassung einen Drucksensor erfordert) beeinflussen den Gesamtleistungsverbrauch des verstellbaren Verdrängungskompressors  $W_{comp}$ . Die Gebläsespannung  $BLV$ , die Kondensatorgebläsemotorspannung  $V_{fan}$ , die Batteriespannung  $VB$  und die Spannung  $V_h$  der elektrischen Heizung beeinflussen den Gesamtleistungsverbrauch der elektrischen Vorrichtungen  $Welc$ . Der tatsächliche elektrische Leistungsverbrauch wird durch  $Welc$  multipliziert mit einem Wirkungsgrad  $\eta$  eines Wechselstromgenerators/-reglers. Der Gesamtleistungsverbrauch der gesamten Klimaanlage  $W$  ist die Summe aus  $W_{comp}$  und  $\eta \cdot Welc$ . Die Fahrzeuggeschwindigkeit  $Sp$  beeinflusst den Gesamtleistungsverbrauch  $W$  ebenfalls, aber jedoch indirekt. All die oben aufgelisteten Parameter einschließlich der Fahrzeuggeschwindigkeit  $Sp$  sind die Parameter, die im Verhältnis zur Klimaanlage stehen. In dieser Beschreibung werden einige davon mit Ausnahme der Kondensatorgebläsemotorsteuerspannung  $V_1$  ausgewählt und als "erläuternde Variablen" bezeichnet: Die Kondensatorgebläsemotorsteuerspannung  $V_1$  wird in dieser Beschreibung als "objekte Variable" bezeichnet. Im ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, das in Fig. 3 und 4 gezeigt ist, werden die Umgebungstemperatur  $T_{out}$  und die Fahrzeuggeschwindigkeit  $Sp$  als erläuternde Variablen verwendet. Wenn diese erläuternden Variablen im Labor bei verschiedenen Werten fixiert werden und der Kandidatenwert  $V_1$  variiert wird, variiert auch der Gesamtleistungsverbrauch  $W$ . Es wird angenommen, daß die anderen Parameter mit Ausnahme der ausgewählten erläuternden Variablen wenig Korrelation zu dem Gesamtleistungsverbrauch  $W$  haben und werden deshalb für die Steuerung des Kondensatorgebläsemotors ignoriert. Eine Kurve, die die Veränderung von  $W$  in Bezug zur Veränderung von  $V_1$  zeigt, hat üblicherweise ein Minimum  $W_{min}$ . Durch wiederholte Messung des Gesamtleistungsverbrauchs  $W$ ,  $V_1$  und der vorübergehend feststehenden erläuternden Variablen  $T_{out}$  und  $Sp$  kann ein Korrelationsda-

tensatz erhalten werden, der festlegt, daß der Gesamtleistungsverbrauch  $W$  immer minimal ist.

Daten ( $V_{11}, T_{out1}, Sp_1$ )

Daten ( $V_{12}, T_{out2}, Sp_2$ )

5 Daten ( $V_{13}, T_{out3}, Sp_3$ )

...  
Daten ( $V_{1n}, T_{outn}, Sp_n$ )

[0034] Anschließend kann eine Art Regressionsrelation zwischen der objektiven Variablen  $V_1$  und den erläuternden Variablen  $T_{out}$ ,  $Sp$ , die den Gesamtleistungsverbrauch immer minimieren, abgeleitet werden, durch statistisches Verarbeiten des obigen Datensatzes. Beispielsweise kann die folgende Gleichung abgeleitet werden:

$$15 \quad V_1 = f(T_{out}, Sp) = aT_{out} + bSp + K_1 \quad (1)$$

wobei  $a$ ,  $b$  und  $K_1$  Regressionskoeffizienten und Regressionskonstanten sind. Diese Funktion dient zur Berechnung des Kandidatenwertes  $V_1$ . Diese "Regressionsfunktion" kann eine andere funktionelle Form als die lineare Funktion einnehmen.

[0035] Wenn die ausgewählten erläuternden Variablen angegeben werden, kann man somit unter Verwendung der "Regressionsformel" wie der Gleichung (1) einen geeigneten Kandidatenwert  $V_1$  berechnen, mit dem der Gesamtleistungsverbrauch  $W$  immer auf einem Minimum gehalten werden. Da der Kandidatenwert  $V_1$  kontinuierlich und nicht in einer stufenweisen Ein/Aus-Art variiert, kann die Kühlung zusätzlich stabilisiert werden, so daß die von dem Luftkanal **1** ausgeblasene Lufttemperatur nicht wahrnehmbar schwankt. Und da die Zeit der vollen Drehung des Kondensatorgebläsemotors reduziert ist, kann das Geräusch, daß durch den Kondensatorgebläsemotor hervorgerufen wird, ebenfalls reduziert werden. Und aus demselben Grund kann die Lebensdauer des Kondensatorgebläsemotors verlängert werden.

[0036] In Fig. 6 ist eine Fahrzeugklimaanlage gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gezeigt. Unter Bezugnahme auf Fig. 6 sind ein Gebläseventilator **25** und ein Motor **26**, der den Gebläseventilator **25** antreibt, stromaufwärts von dem Verdampfer **2** in dem Luftkanal **1** angeordnet. Der Motor **26** wird durch den Spannungsregler **27** für das Gebläse gesteuert. Der Spannungsregler **27** für das Gebläse wird durch ein Steuersignal  $BLV$  gesteuert, das von dem Hauptregler **10** ausgegeben wird. Oberhalb des Gebläseventilators **25** sind ein Außenluftsteinlaß **21** und ein Innenluftsteinlaß **22** vorgesehen. Die Winkelposition eines Klappendämpfers **23** bestimmt das Verhältnis der Luft, die durch den Außenluftsteinlaß **21** eingesaugt wird, zu der Luft, die durch den Innenluftsteinlaß **22** eingesaugt wird. Die Winkelposition des Klappendämpfers **23** wird durch die Einlaßklappendämpferbetätigungs vorrichtung **24** gesteuert. Die Einlaßklappendämpferbetätigungs vorrichtung **24** wird durch ein Signal  $INT$  gesteuert, das von dem Hauptregler **10** erteilt wird. Ein Verdampfer-Auslaßlufttemperatursensor **28** ist stromabwärts von dem Verdampfer **2** in dem Luftkanal **1** angeordnet. Ein Signal  $Teout$  von dem Verdampfer-Auslaßlufttemperatursensor **28** wird in den Hauptregler **10** eingegeben. Ein Raumtemperatursensor **29** ist in dem Fahrzeugaum angeordnet. Ein Signal  $T_{in}$  von dem Raumtemperatursensor **29** wird in den Hauptregler **10** eingegeben. Der übrige Aufbau der Vorrichtung, die in Fig. 6 gezeigt ist, ist der gleiche wie bei der Vorrichtung, die in Fig. 3 gezeigt ist.

[0037] Im Vergleich zum ersten Ausführungsbeispiel verwendet die Klimaanlage gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel mehr erläuternde Variablen für die Berechnung des Kandidatenwertes  $V_1$ . Unter Bezugnahme auf Fig. 7 wird die objektive Variable, das heißt, der Kandidatenwert  $V_1$  in

dem zweiten Ausführungsbeispiel durch eine Funktion berechnet, die fünf erläuternde Variablen  $I_c$ ,  $T_{in}$ ,  $T_{out}$ ,  $BLV$  und  $Sp$  hat. Hier bedeutet  $T_{in}$  einen abgeschätzten Wert der Lufttemperatur stromaufwärts des Verdampfers 2, der angegeben wird durch:

$$T_{in} = \alpha T_{out} + (1-\alpha) T_{in},$$

wobei ein Mischverhältnis  $\alpha$  durch eine Funktion  $f$  des Klappendämpferbetätigungssteuerungssignals INT berechnet wird.

$$\alpha = f(\text{INT})$$

[0038] Wenn in dem Labor die ausgewählten Erläuterungsvariablen auf verschiedenen Werten fixiert werden und der Kandidatenwert  $V_1$  variiert wird, variiert auch der Gesamtleistungsverbrauch  $W$ . Eine Kurve, die die Veränderung von  $W$  in Bezug zur Veränderung von  $V_1$  zeigt, hat üblicherweise ein Minimum  $W_{min}$ . Durch wiederholte Messung des Gesamtleistungsverbrauchs  $W$ ,  $V_1$  und der zeitweise fixierten Erläuterungsvariablen  $I_c$ ,  $T_{in}$ ,  $T_{out}$ ,  $BLV$  und  $Sp$  kann ein Korrelationsdatensatz erhalten werden, der den Gesamtleistungsverbrauch  $W$  immer minimiert.

Daten ( $V_{11}$ ,  $I_{c1}$ ,  $T_{in1}$ ,  $T_{out1}$ ,  $BLV_1$ ,  $Sp_1$ )

Daten ( $V_{12}$ ,  $I_{c2}$ ,  $T_{in2}$ ,  $T_{out2}$ ,  $BLV_2$ ,  $Sp_2$ )

Daten ( $V_{13}$ ,  $I_{c3}$ ,  $T_{in3}$ ,  $T_{out3}$ ,  $BLV_3$ ,  $Sp_3$ )

Daten ( $V_{1n}$ ,  $I_{cn}$ ,  $T_{inn}$ ,  $T_{outn}$ ,  $BLV_n$ ,  $Sp_n$ )

[0039] Anschließend kann eine Art Regressionsrelation zwischen der objektiven Variablen  $V_1$  und den erläuternden Variablen  $I_c$ ,  $T_{in}$ ,  $T_{out}$ ,  $BLV$  und  $Sp$ , die den Gesamtleistungsverbrauch immer minimiert, durch Verarbeiten des obigen Datensatzes statistisch abgeleitet werden.

$$V_1 = f(I_c, T_{in}, T_{out}, BLV, Sp) = pI_c + qT_{in} + rT_{out} + sBLV + tSp + K_2 \quad (2)$$

wobei  $p$ ,  $q$ ,  $r$ ,  $s$ ,  $t$  und  $K_2$  Regressionskoeffizienten und eine Regressionskonstante sind. Dies ist die Funktion für die Berechnung des Kandidatenwertes  $V_1$ . Diese "Regressionsfunktion" kann eine andere funktionale Form als die lineare Funktion einnehmen.

[0040] Wenn die ausgewählten erläuternden Variablen angegeben werden, kann man somit durch Verwenden der "Regressionsformeln" wie der Gleichung (2), einen geeigneten Kandidatenwert  $V_1$  berechnen, durch den der Gesamtleistungsverbrauch  $W$  immer auf einem Minimum gehalten werden kann. Da der Kandidatenwert  $V_1$  kontinuierlich variiert, und nicht in einer schrittweisen Ein/Aus-Art, kann die Kühlung zusätzlich stabilisiert werden, so daß die von dem Luftkanal ausgeblasene Lufttemperatur nicht wahrnehmbar schwankt. Und da die Zeit der vollständigen Drehung des Kondensatorgebläsemotors reduziert wird, kann auch das Geräusch, das von dem Kondensatorgebläsemotor hervorgerufen wird, ebenfalls reduziert werden. Aus demselben Grund kann auch die Lebensdauer des Kondensatorgebläsemotors verlängert werden.

[0041] Zur Berechnung des Kandidatenwerts  $V_1$  können andere Parameter hinsichtlich dem Verhältnis zur Klimaanlage, wie gemessene Werte, das heißt erfüllte Werte durch irgendeinen Sensor, oder Steuersignale, die von dem Hauptregler abgegeben werden, als erläuternde Variablen verwendet werden.

[0042] Schließlich ist Fig. 8 ein Sturzlaufdiagramm, das eine Abwandlung der Berechnung des Kandidatenwerts  $V_1$  zeigt. Bisher wurde  $V_1$  unter Verwendung eines momentanen Wertes der Erläuterungsvariablen in jedem Be-

rechnungszyklus erneut berechnet, wie aus Gleichungen (1) und (2) gesehen werden kann. In dem Ablaufdiagramm, das in Fig. 8 gezeigt ist, wird ein Regressionsverhältnis, das die Reduzierung des Gesamtleistungsverbrauchs der Klimaanlage immer maximiert, in Reaktion auf Veränderungen von  $V_1$ ,  $BLV$ ,  $T_{out}$  und  $T_{in}$  hergeleitet. Bei dieser Abwandlung wird die Veränderung  $\Delta V_1$  in  $V_1$  aus einer Summierung von drei unabhängigen Funktionen der Veränderungen der drei Parameter, das heißt von  $\Delta BLV$ ,  $\Delta T_{out}$  und  $\Delta T_{in}$  berechnet.

[0043] Bei dieser Abwandlung ist die objektive Variable  $\Delta V_1$  und die erläuternden Variablen sind  $\Delta BLV$ ,  $\Delta T_{out}$  und  $\Delta T_{in}$ . Auf demselben Weg wie im ersten Ausführungsbeispiel verändert sich dann, wenn die ausgewählten Erläuterungsvariablen im Labor auf verschiedene Werte fixiert sind und die objektive Variable  $\Delta V_1$  variiert wird, die Reduzierung  $-\Delta W$  im Gesamtleistungsverbrauch  $W$  ebenfalls. Eine Kurve, die die Veränderung  $-\Delta W$  hinsichtlich der Veränderung  $\Delta V_1$  zeigt, hat üblicherweise ein negatives Maximum  $-\Delta W_{max}$ . Durch wiederholte Messung der Reduktion  $-\Delta W$  des Gesamtleistungsverbrauchs  $W$ ,  $\Delta V_1$  und der zeitweilig fixierten Erläuterungsvariablen  $\Delta BLV$ ,  $\Delta T_{out}$  und  $\Delta T_{in}$  kann ein Korrelationsdatensatz erhalten werden, der die Reduzierung des Gesamtleistungsverbrauchs immer maximiert.

Daten ( $\Delta V_{11}$ ,  $\Delta BLV_1$ ,  $\Delta T_{out1}$ ,  $\Delta T_{in1}$ )

Daten ( $\Delta V_{12}$ ,  $\Delta BLV_2$ ,  $\Delta T_{out2}$ ,  $\Delta T_{in2}$ )

Daten ( $\Delta V_{13}$ ,  $\Delta BLV_3$ ,  $\Delta T_{out3}$ ,  $\Delta T_{in3}$ )

Daten ( $\Delta V_{1n}$ ,  $\Delta BLV_n$ ,  $\Delta T_{outn}$ ,  $\Delta T_{inn}$ )

[0044] Anschließend kann eine Art Regressionsrelation zwischen der objektiven Variablen  $\Delta V_1$  und den erläuternden Variablen  $\Delta BLV$ ,  $\Delta T_{out}$  und  $\Delta T_{in}$ , die die Relation des Gesamtleistungsverbrauchs  $W$  immer maximieren, durch statistisches Verarbeiten des obigen Datensatzes hergeleitet werden. Zum Beispiel kann die folgende Gleichung hergeleitet werden. Bei dieser Abwandlung wird angenommen, daß die Korrelationen zwischen  $\Delta V_1$  und  $\Delta BLV$ ,  $\Delta W$  und  $\Delta T_{out}$ , und  $\Delta W$  und  $\Delta T_{in}$  unabhängig voneinander sind.

$$\Delta V_1 = V_1 - V_1'$$

$$= F(\Delta BLV, \Delta T_{out}, \Delta T_{in})$$

$$= V_b + V_o + V_1 \quad (3)$$

$$V_b = f_b(\Delta BLV) = k \Delta BLV + K_3 \quad (4)$$

$$V_o = f_o(\Delta T_{out}) = 1 \Delta T_{out} + K_4 \quad (5)$$

$$V_1 = f_i(\Delta T_{in}) = m \Delta T_{in} + K_5 \quad (6)$$

[0045] Wobei  $k$ ,  $1$ ,  $m$  und  $K_3$ ,  $K_4$ ,  $K_5$  Regressionskoeffizienten und Regressionskonstanten sind. Dies sind die Funktionen für die Berechnung des nächstens Kandidatenwerts  $V_1 = V_1' + \Delta V_1$ . Diese "Regressionsfunktionen" können eine andere funktionale Form als die lineare Funktion einnehmen.

[0046] Wenn die ausgewählten erläuternden Variablen angegeben werden, kann somit durch Verwendung der "Regressionsformeln" wie der Gleichungen (4), (5) und (6) ein geeigneter nächster Kandidatenwert  $V_1$  berechnet werden, wobei der Gesamtleistungsverbrauch immer um den maximalen Betrag reduziert werden kann. Da der Kandidatenwert  $V_1$  kontinuierlich und nicht in einer stufenweisen Ein/Aus-Art variiert, kann die Kühlung zusätzlich stabilisiert werden, so daß die von dem Luftkanal ausströmende Lufttemperatur nicht wahrnehmbar schwankt.

[0047] Die Fahrzeugklimaanlage hat einen Hauptregler 10 und einen Kühlkreislauf, der einen verstellbaren Verdrän-

gungskompressor 5, einen Kondensator 3, ein Ausdehnungsventil 6 und einen Verdampfer 2 aufweist. Vor dem Kondensator 3 ist ein Kondensatorgebläse 8 zur Abkühlung des Kondensators angeordnet. Der Hauptregler 10 steuert die Drehzahl des Kondensatorgebläses mit einem sich kontinuierlich verändernden Zwischenwert, um den Gesamtleistungsverbrauch der gesamten Klimaanlage immer zu minimieren. Um diese Funktion zu verwirklichen, werden Korrelationsdaten zwischen dem Gesamtleistungsverbrauch, der Kondensatorgebläsemotorsteuerspannung und verschiedener Parameter hinsichtlich der Klimaanlage im voraus im Labor gesammelt. Aus den Daten kann man eine statistische Regressionsrelation zwischen der Kondensatorgebläsemotorsteuerspannung und den verschiedenen Parametern erhalten, die den Gesamtleistungsverbrauch minimiert. Der Hauptregler 10, der mit dieser statistischen Regressionsrelation ausgestattet ist, kann den Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage immer minimieren, indem die Kondensatorgebläsemotorsteuerspannung aus den verschiedenen Parametern unter Verwendung der Regressionsrelation berechnet wird.

#### Patentansprüche

1. Fahrzeugklimaanlage, die einen Hauptregler (10) aufweist, in dem ein Umgebungslufttemperatursensorsignal (Tout) und ein Fahrzeuggeschwindigkeitssensorsignal (Sp) eingegeben werden, und einen Kühlkreislauf, der einen verstellbaren Verdrängungskompressor (5), einen Kondensator (3), vor dem ein Kondensatorgebläse (8) angeordnet ist, ein Ausdehnungsventil (6) und einen Verdampfer (2), der in einem Luftkanal (1) angeordnet ist, aufweist; dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptregler (10) einen Kondensatorgebläsemotor (9) entsprechend unmittelbarer Werte der Umgebungslufttemperatur (Tout) und der Fahrzeuggeschwindigkeit (Sp) unter Verwendung einer Regressionsrelation zwischen dem Kondensatorgebläsemotorsteuersignal und der Umgebungstemperatur und der Fahrzeuggeschwindigkeit steuert, wobei die Regressionsrelation aus statistischen Korrelationsdaten zwischen dem Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage, dem Kondensatorgebläsemotorsteuersignal, der Umgebungstemperatur und der Fahrzeuggeschwindigkeit im voraus im Labor hergeleitet werden, um den Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage immer zu minimieren.
2. Fahrzeugklimaanlage, die einen Hauptregler (10) aufweist, in dem ein Umgebungstemperatursensorsignal (Tout) und ein Fahrzeuggeschwindigkeitssignal (Sp) eingegeben werden, und von dem ein Kompressorkapazitätssteuersignal (Ic), eine Gebläsespannungssteuersignal und ein Einlaßklappendämpferbetätigungs vorrichtungssignal ausgegeben werden, und einen Kühlkreislauf, der einen verstellbaren Verdrängungskompressor (5), einen Kondensator (3), vor dem ein Kondensatorgebläse (8) angeordnet ist, ein Ausdehnungsventil (6) und einen Verdampfer (2), der in dem Luftkanal (1) angeordnet ist, und ein Gebläse (25), das strömaufwärts von dem Verdampfer (2) in dem Luftkanal (1) angeordnet ist, und einen Einlaßklappendämpfer (23), der strömaufwärts von dem Gebläse (25) in dem Luftkanal (1) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptregler (10) den Kondensatorgebläsemotor (9) entsprechend augenblicklicher Werte einer Gruppe von Parametern hinsichtlich der Klimaanlage steuert, die von den Sensoren erfüllte Signale und von dem Hauptregler (10) ausgegebene Steuersignale aufweisen; unter Verwendung von einer Regressionsrelation zwischen dem Kondensatorgebläsemotorsteuersignal und der Gruppe von Parametern, wobei die Regressionsrelation von statistischen Korrelationsdaten zwischen dem Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage, dem Kondensatorgebläsemotorsteuersignal und der Gruppe von Parametern im voraus im Labor hergeleitet wird, um den Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage immer zu minimieren.

tätssteuersignal (Ic), eine Verdampfereinlaßlufttemperatur, die von dem Einlaßklappendämpferbetätigungs vorrichtungssignal abgeschätzt wird, eine Umgebungstemperatur (Tout), eine Gebläsessteuerspannung (Bl.V) und eine Fahrzeuggeschwindigkeit (Sp) aufweist, unter Verwendung einer Regressionsrelation zwischen dem Kondensatorgebläsemotorsteuersignal und der Gruppe von Parametern, wobei die Regressionsrelation aus statistischen Korrelationsdaten zwischen dem Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage, dem Kondensatorgebläsemotorsteuersignal und der Gruppe von Parametern im voraus im Labor hergeleitet wird, um den Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage immer zu minimieren.

3. Fahrzeugklimaanlage, die einen Hauptregler (10) und einen Kühlkreislauf aufweist, der einen variablen Verdrängungskompressor (5), einen Kondensator (3), vor dem ein Kondensatorgebläse (8) angeordnet ist, ein Ausdehnungsventil (6), einen Verdampfer (2), der in einem Luftkanal (1) angeordnet ist, einen Temperatursensor (13), der stromabwärts von dem Verdampfer (2) angeordnet ist, ein Gebläse (25), das strömaufwärts von dem Verdampfer (2) in dem Luftkanal (1) angeordnet ist, und einen Einlaßklappendämpfer (23) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptregler (10) einen Kondensatorgebläsemotor (9) entsprechend von Veränderungen der Werte einer Gruppe von Parametern hinsichtlich der Klimaanlage steuert, wobei die Parameter das Gebläsessteuersignal (Ic) eine Verdampfereinlaßlufttemperatur, die von dem Einlaßklappendämpferzustand abgeschätzt wird, und eine Verdampferauslaßlufttemperatur, die durch den Sensor erfüllt wird, aufweisen, unter Verwendung einer Regressions relation zwischen der Änderung des Kondensatorgebläsemotorsteuersignals und Änderungen in der Gruppe der Parameter, wobei die Regressionsrelation aus statistischen Korrelationsdaten zwischen einer Änderung des Gesamtleistungsverbrauchs der Klimaanlage, einer Änderung des Kondensatorgebläsemotorsteuersignals und Änderungen in der Gruppe der Parameter im voraus im Labor hergeleitet wird, um die Reduzierung des Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage immer zu maximieren.

4. Fahrzeugklimaanlage, die einen Hauptregler (10) aufweist, in den Sensorsignale eingegeben werden und von dem Steuersignalen ausgegeben werden, und einen Kühlkreislauf, der einen verstellbaren Verdrängungskompressor (5), einen Kondensator (3), vor dem sich ein Kondensatorgebläse (8) befindet, ein Ausdehnungsventil (6) und einen Verdampfer (2), der in einem Luftkanal (1) angeordnet ist, und ein Gebläse (25), das strömaufwärts von dem Verdampfer (2) angeordnet ist, aufweist; dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptregler (10) den Kondensatorgebläsemotor (9) entsprechend augenblicklicher Werte einer Gruppe von Parametern hinsichtlich der Klimaanlage steuert, die von den Sensoren erfüllte Signale und von dem Hauptregler (10) ausgegebene Steuersignale aufweisen; unter Verwendung von einer Regressionsrelation zwischen dem Kondensatorgebläsemotorsteuersignal und der Gruppe von Parametern, wobei die Regressionsrelation von statistischen Korrelationsdaten zwischen dem Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage, dem Kondensatorgebläsemotorsteuersignal und der Gruppe von Parametern im voraus im Labor hergeleitet wird, um den Gesamtleistungsverbrauch der Klimaanlage immer zu minimieren.

11

12

minimieren.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

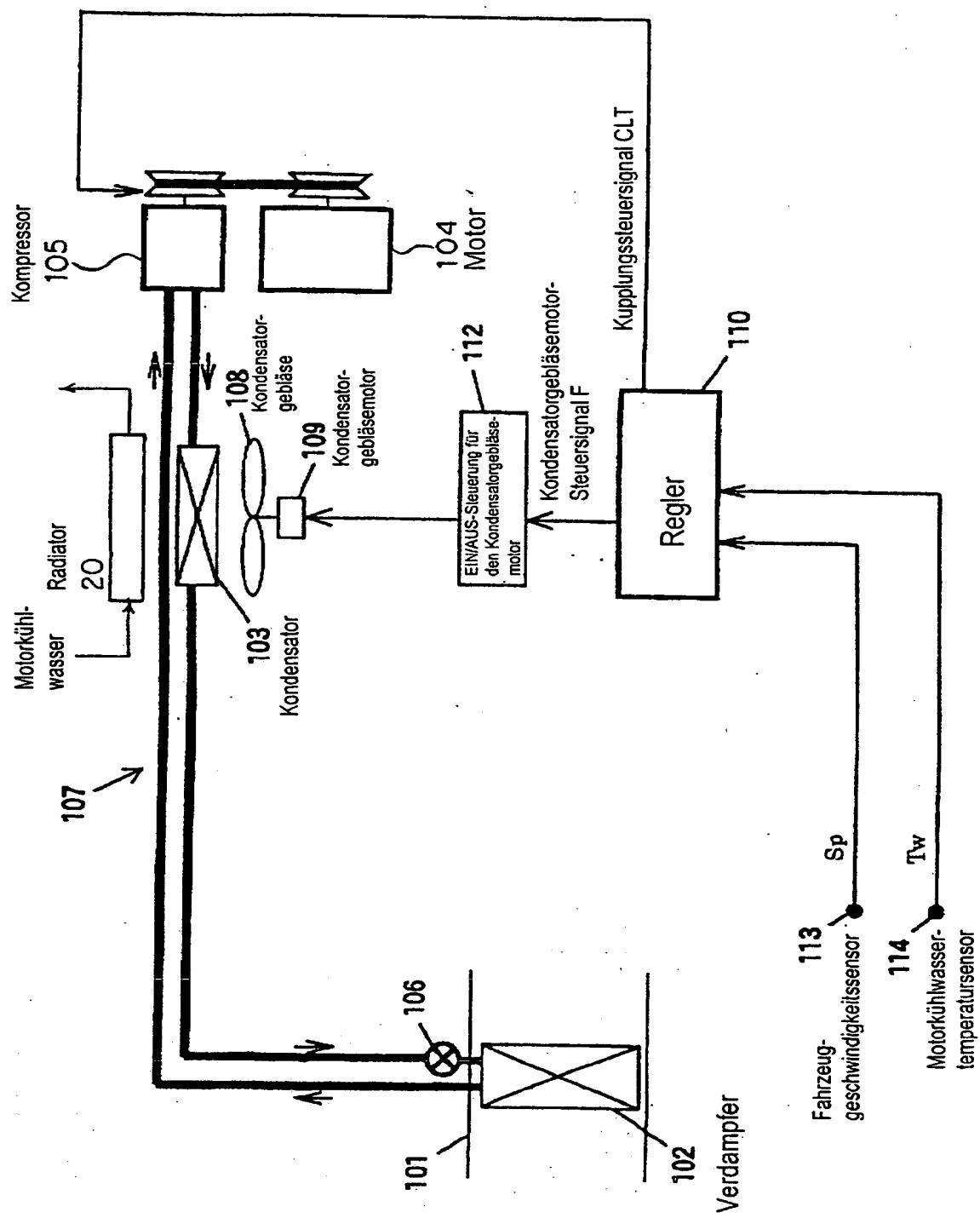


Fig. 1 Stand der Technik

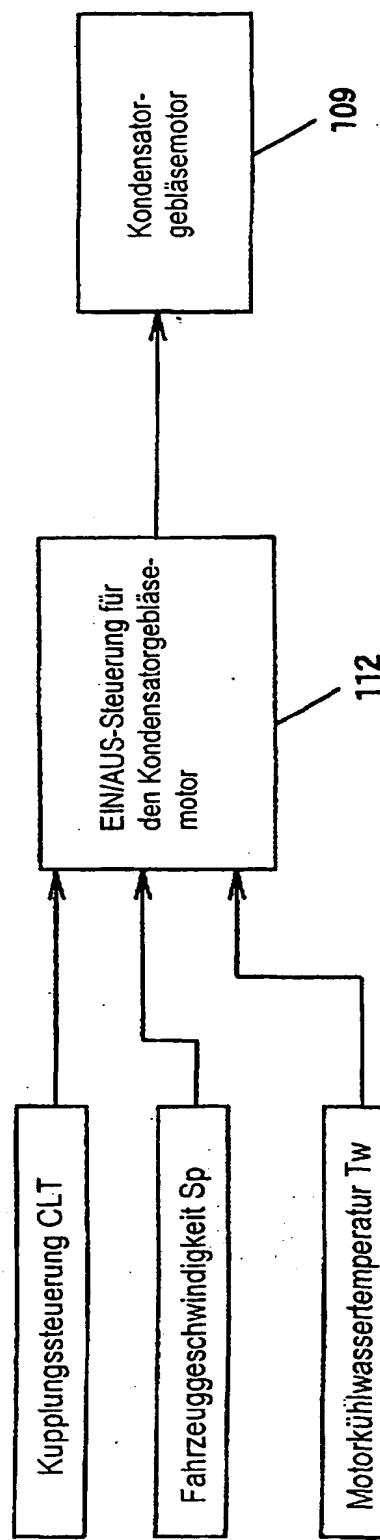


Fig . 2 (Stand der Technik)

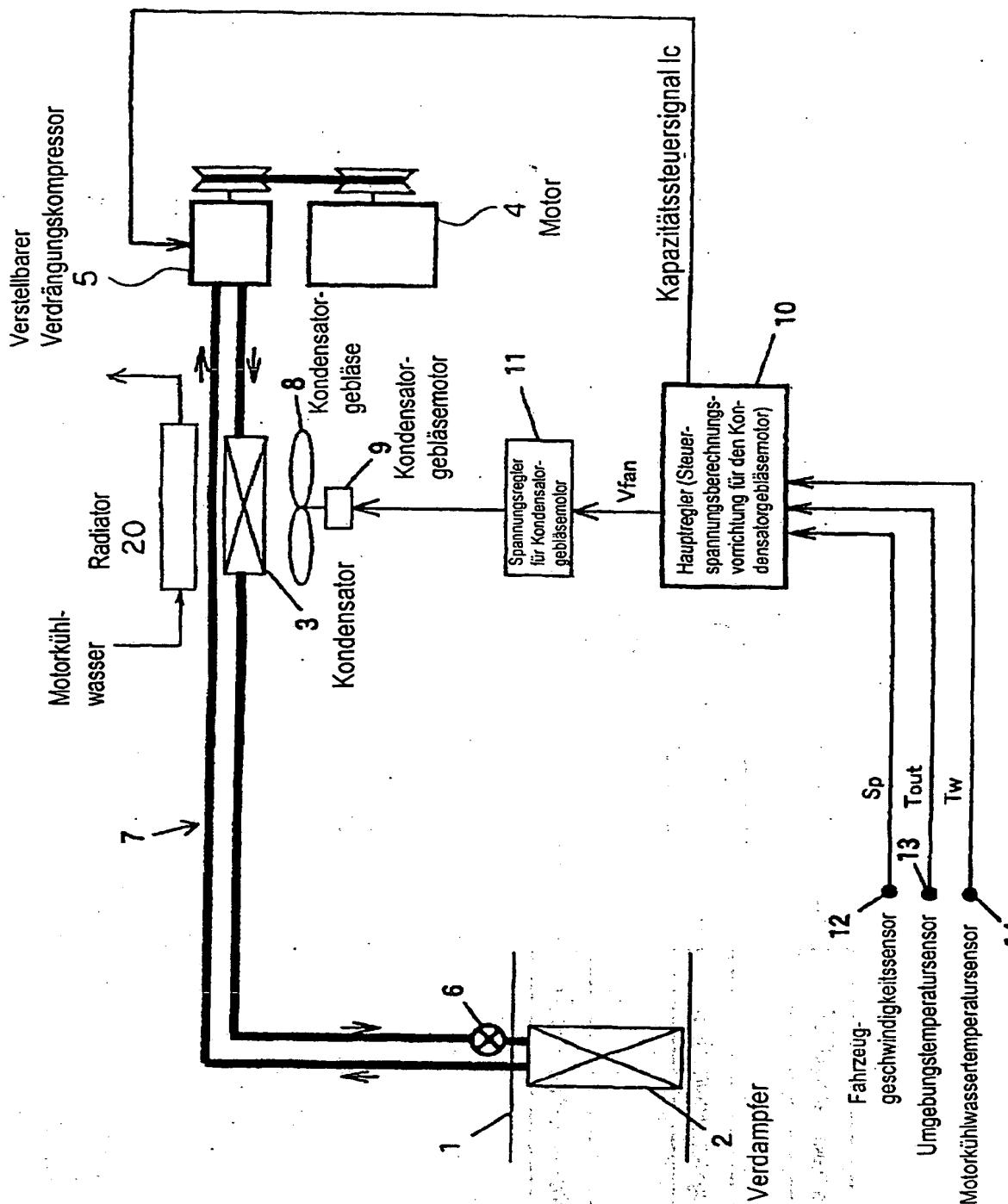


Fig. 3

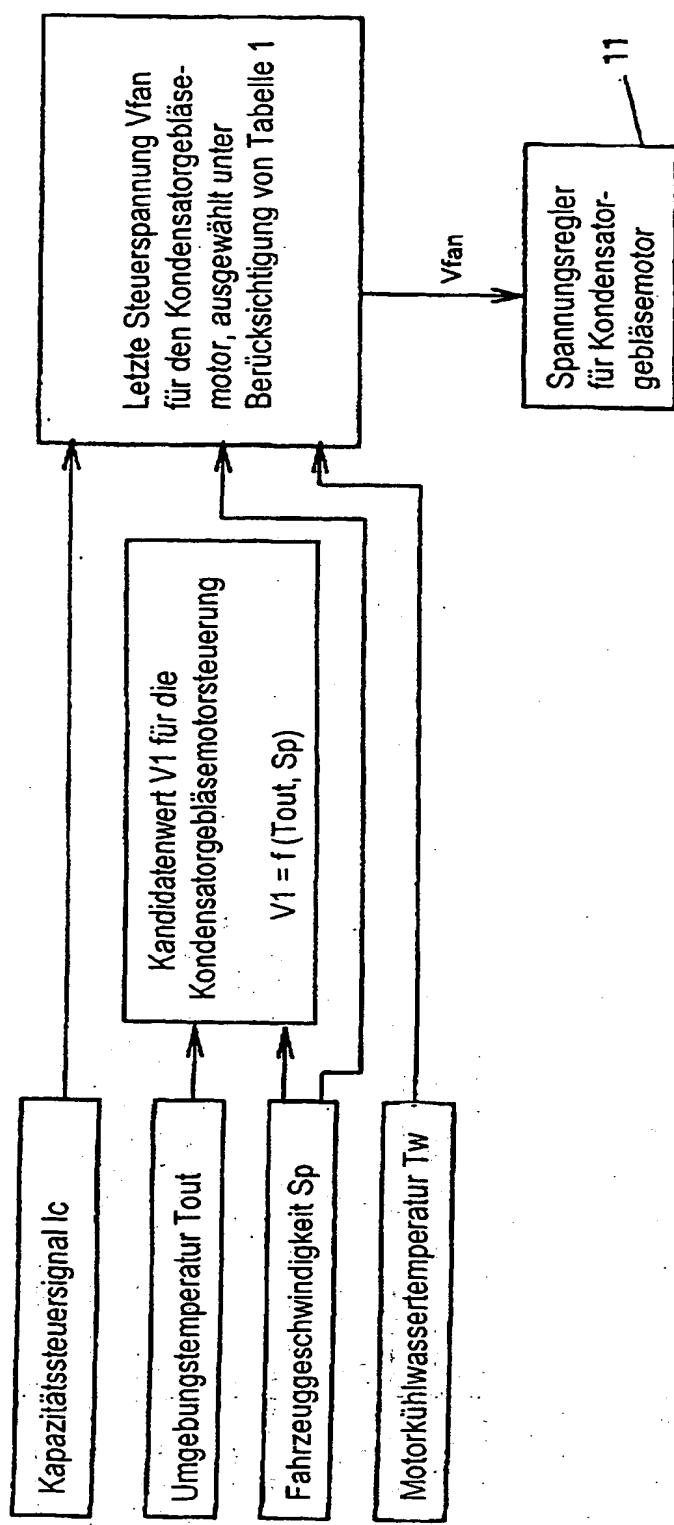


Fig. 4

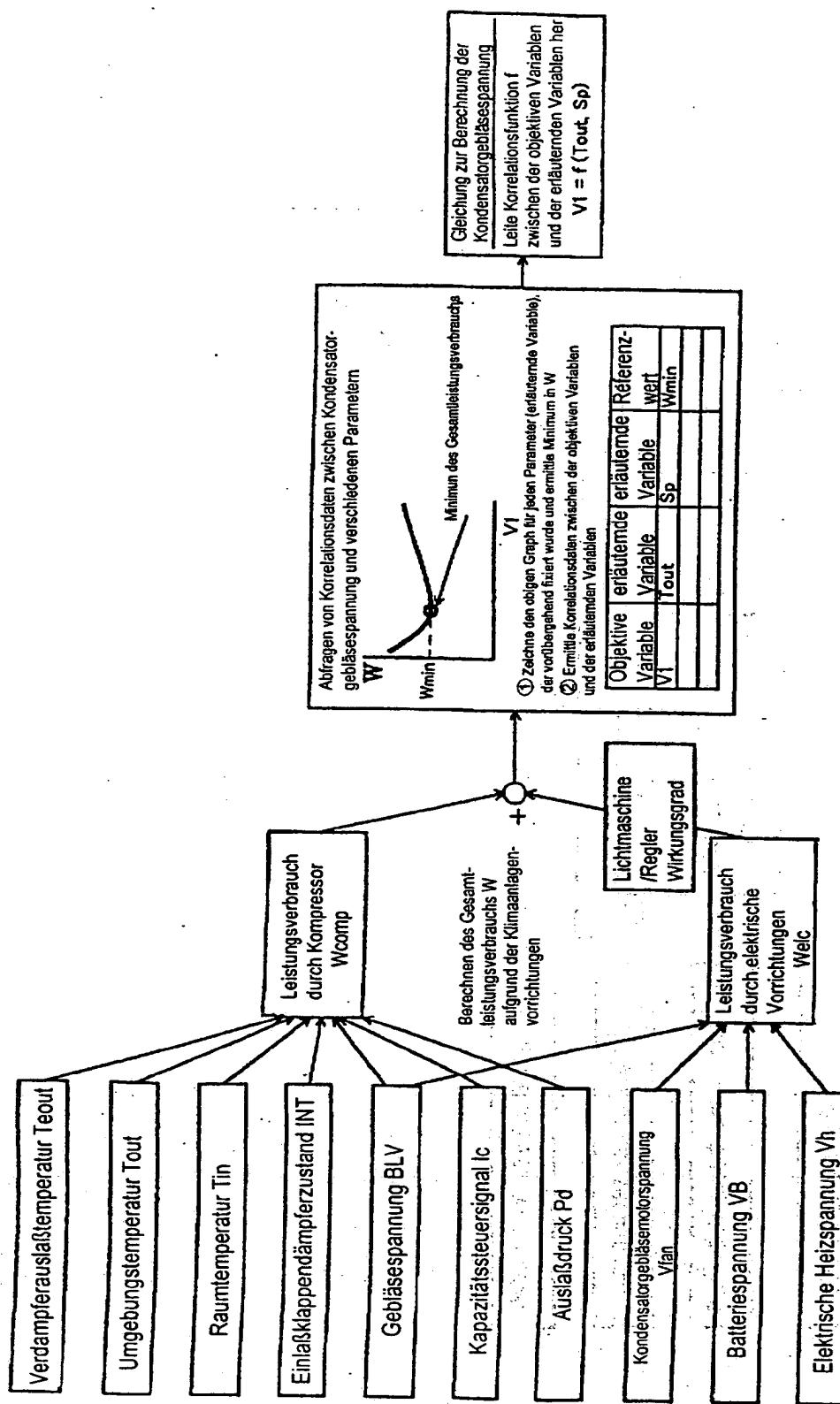
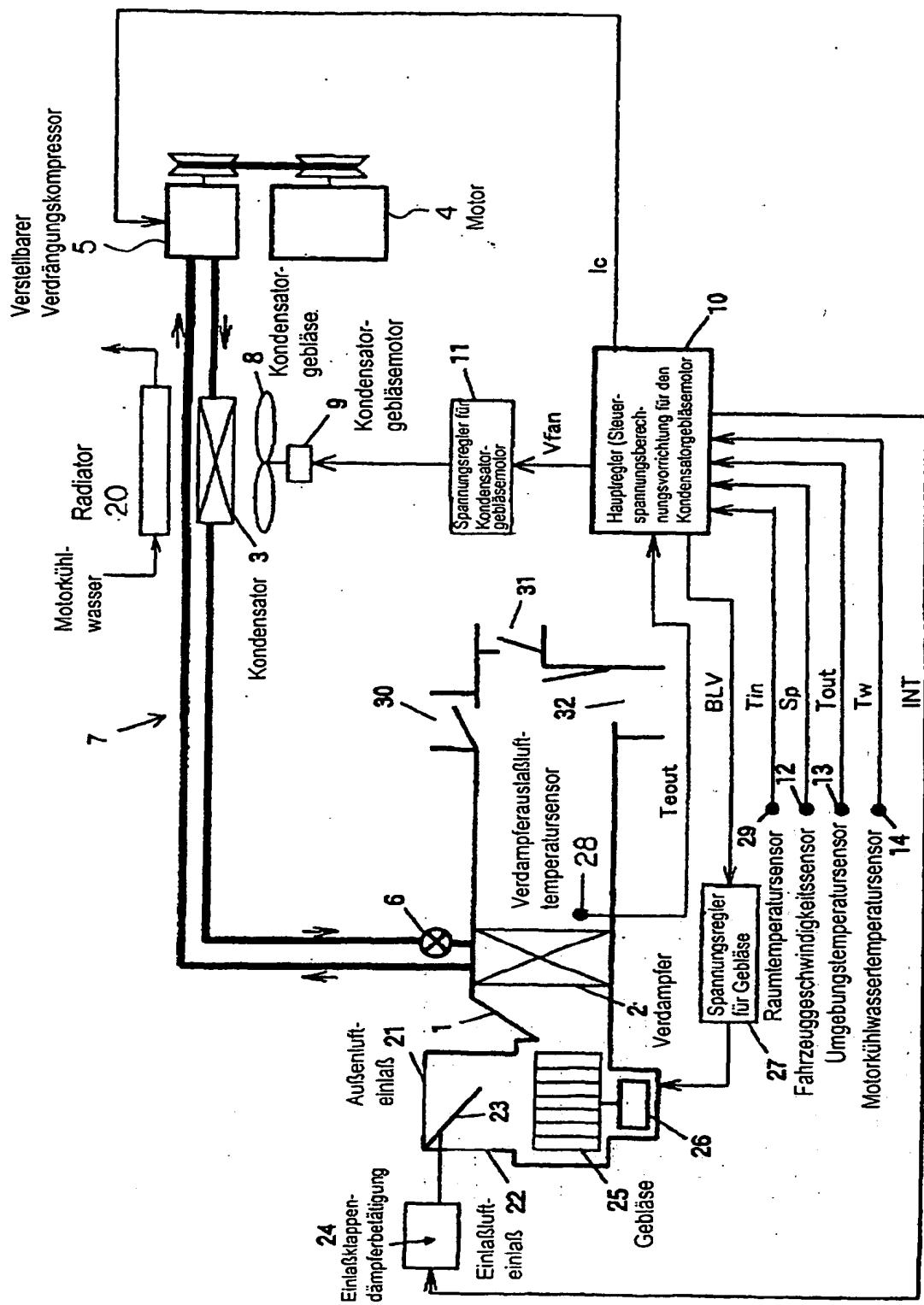


Fig . 5



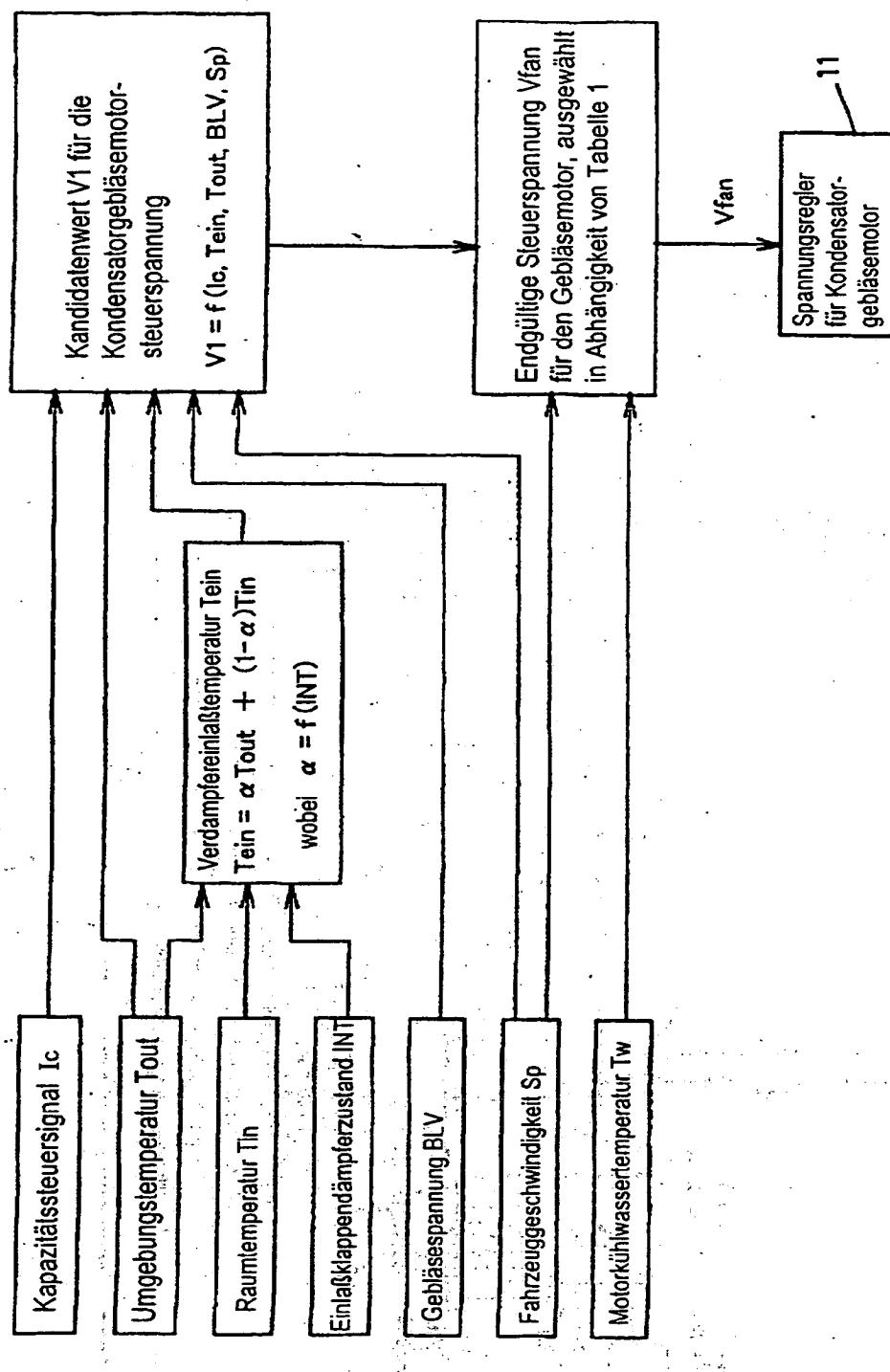


Fig . 7

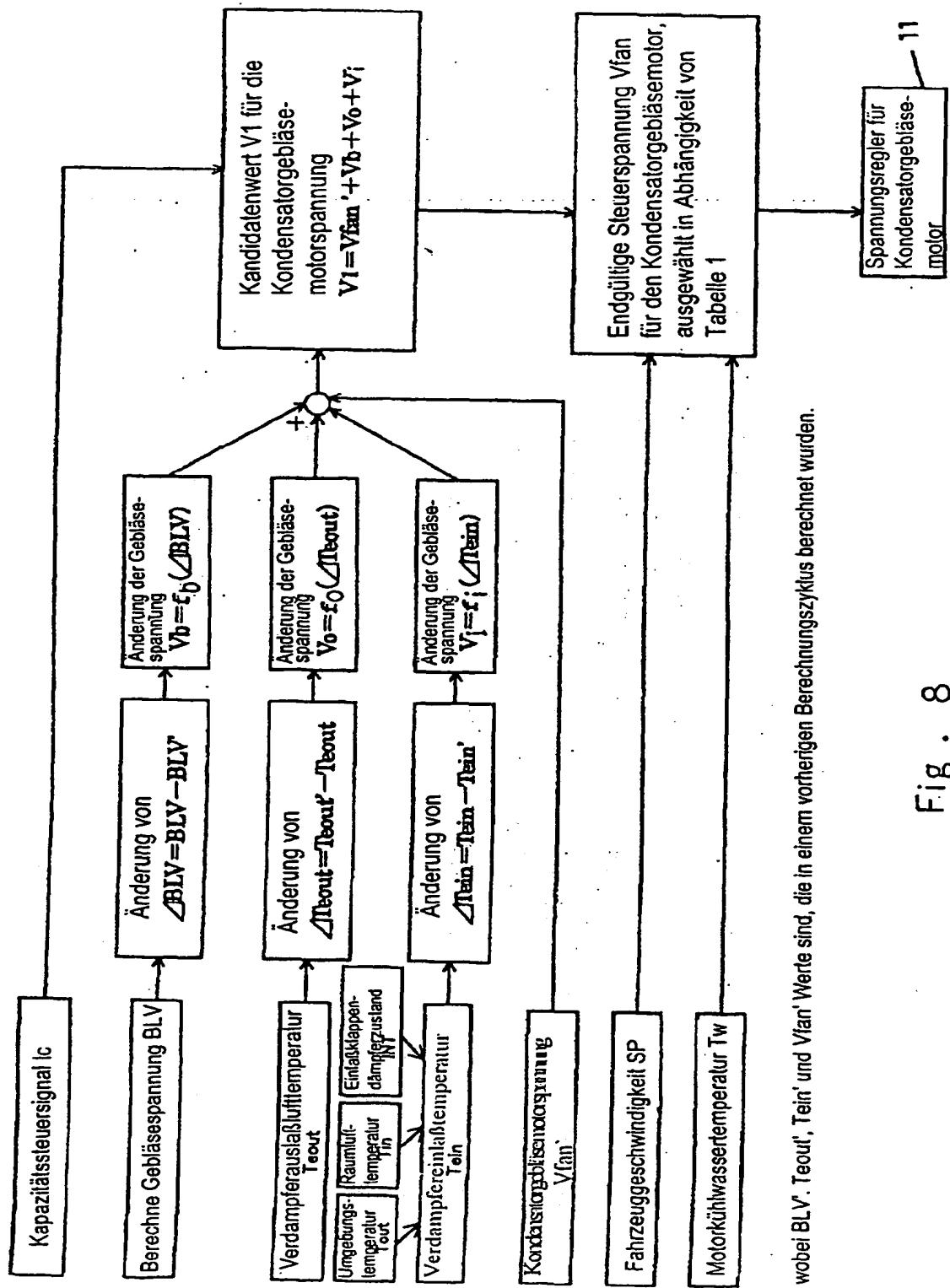


Fig. . 8

**Tabelle 1**  
Eine Tabelle zur Substitution in Vfan aus drei Kandidatenwerten  
 $V_0, V_1, V_2$  in Abhängigkeit von  $Sp$ ,  $T_w$  und  $Ic$ 

		langsam →				Fahrzeuggeschwindigkeit → schnell			
		$Sp < B_1$		$B_1 \leq Sp < B_2$		$B_2 \leq Sp$			
		$Ic < A_1$	$A_1 \leq Ic$	$Ic < A_1$	$A_1 \leq Ic$	$Ic < A_1$	$A_1 \leq Ic$		
$T_w < C_1$	$V_0$	$V_1$				$V_0$	$V_1$	$V_0$	$V_0$
$C_1 \leq T_w \leq C_2$			$V_2$	$V_2$				$V_2$	$V_2$
$C_2 \leq T_w$						$V_2$	$V_2$	$V_2$	$V_2$

↑ Kalt

Motorkühlwasser-temperatur

↓ Heiß

Fig. 9